

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252242

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/304
B24B 37/00
C09K 3/14

(21)Application number : 11-352884

(71)Applicant : HITACHI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 13.12.1999

(72)Inventor : UCHIDA TAKESHI
HOSHINO TETSUYA
TERASAKI HIROKI
KAMIGATA YASUO
KOYAMA NAOYUKI
HONMA YOSHIO
KONDO SEIICHI

(30)Priority

Priority number : 10372605 Priority date : 28.12.1998 Priority country : JP

(54) POLISHING LIQUID FOR METAL AND POLISHING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To condense a metal polishing liquid required from the viewpoint of storage, transportation, and housing, etc., and to form an embedded pattern of metal film with high reliability when polished with a diluted one.

SOLUTION: A metal polishing liquid comprising a metal oxidant, metal oxide solubilizer, protective film formation agent, surfactant, and water is diluted by adding water or water-solution when used. The diluted metal polishing liquid is applied to a polishing pad on a surface plate, and a surface to be polished and the polishing pad are relatively moved while contacting each other, for polishing.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-252242

(P 2000-252242A)

(43) 公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304 6 2 2 C	6 2 2 D
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00 H	
C 0 9 K 3/14	5 5 0	C 0 9 K 3/14 5 5 0 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 1 2 O L

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平11-352884

(22) 出願日 平成11年12月13日(1999.12.13)

(31) 優先権主張番号 特願平10-372605

(32) 優先日 平成10年12月28日(1998.12.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 内田 剛

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

(72) 発明者 星野 鉄哉

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

(74) 代理人 100071559

弁理士 若林 邦彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属用研磨液及びそれを用いた研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 貯蔵、運搬、保管などの面から要請される金属用研磨液の濃縮化をはかると共にそれを希釈して用いて研磨した際に信頼性の高い金属膜の埋め込みパターン形成を可能とする金属用研磨液及びそれを用いた研磨方法を提供する。

【解決手段】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含む金属用研磨液を使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用する金属用研磨液。前記の希釈した金属用研磨液を研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨する研磨方法。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用することを特徴とする金属用研磨液。

【請求項 2】 水溶液が、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤のうち少なくとも 1 つ以上の水溶液である請求項 1 に記載の金属用研磨液。

【請求項 3】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも 2 つの構成成分に分けて、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用することを特徴とする金属用研磨液。

【請求項 4】 金属の酸化剤を 1 つの構成成分とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を 1 つの構成成分とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用する請求項 3 に記載の金属用研磨液。

【請求項 5】 金属の酸化剤、保護膜形成剤及び界面活性剤を 1 つの構成成分とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を 1 つの構成成分とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用する請求項 3 に記載の金属用研磨液。

【請求項 6】 金属の酸化剤を含む 1 つの構成成分を 40℃以下にし、他の構成成分を室温から 100℃の範囲に加熱し、且つ 1 つの構成成分と他の構成成分または水もしくは水溶液を加え希釈して使用する際に、混合した後に 40℃以下となるようにした請求項 3 ないし請求項 5 のいずれかに記載の金属用研磨液。

【請求項 7】 界面活性剤が、エステル、エーテル、多糖類、アミノ酸塩、ポリカルボン酸またはその塩、ビニル系ポリマー、スルホン酸またはその塩、アミドのうちいずれか 1 つ以上である請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の金属用研磨液。

【請求項 8】 平均粒径 100 μm 以下の固形の保護膜形成剤を少なくとも 1 つの構成成分に溶解ないし分散させた請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の金属用研磨液。

【請求項 9】 金属用研磨液に砥粒を含有させた請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の金属用研磨液。

【請求項 10】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項 11】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも 2 つの構成成分に分けて、それらを使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨

パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項 12】 請求項 4 ないし請求項 9 のいずれかに記載の金属用研磨液を用いて研磨する請求項 11 に記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、特に半導体デバイスの配線工程において用いる金属用研磨液及びその金属用研磨液を用いた研磨方法に関する。

【従来の技術】

【0002】 近年、半導体集積回路（以下 LSI と記す）の高集積化、高性能化に伴って新たな微細加工技術が開発されている。化学機械研磨（以下 CMP と記す）法もその一つであり、LSI 製造工程、特に多層配線形成工程における層間絶縁膜の平坦化、金属プラグ形成、埋め込み配線形成において頻繁に利用される技術である。この技術は、例えば米国特許第 4944836 号に開示されている。

【0003】 また、最近では LSI を高性能化するために、配線材料として銅合金の利用が試みられている。しかし、銅合金は従来のアルミニウム合金配線の形成で頻繁に用いられたドライエッチング法による微細加工が困難である。そこで、あらかじめ溝を形成してある絶縁膜上に銅合金薄膜を堆積して埋め込み、溝部以外の銅合金薄膜を CMP により除去して埋め込み配線を形成する、いわゆるダマシン法が主に採用されている。この技術は、例えば特開平 2-278822 号公報に開示されている。

【0004】 金属の CMP の一般的な方法は、円形の研磨定盤（プラテン）上に研磨パッドを貼り付け、研磨パッド表面を金属用研磨液で浸し、基体の金属膜を形成した面を押し付けて、その裏面から所定の圧力（以下研磨圧力と記す）を加えた状態で研磨定盤を回し、研磨液と金属膜の凸部との機械的摩擦によって凸部の金属膜を除去するものである。

【0005】 CMP に用いられる金属用研磨液は、一般には酸化剤及び固体砥粒からなり必要に応じてさらに酸化金属溶解剤、保護膜形成剤が添加される。まず酸化によって金属膜表面を酸化し、その酸化層を固体砥粒によって削り取るのが基本的なメカニズムと考えられている。凹部の金属表面の酸化層は研磨パッドにあまり触れず、固体砥粒による削り取りの効果が及ばないので、CMP の進行とともに凸部の金属層が除去されて基体表面は平坦化される。この詳細についてはジャーナル・オブ・エレクトロケミカルソサエティ誌（Journal of Electrochemical Society）の第 138 巻 11 号（1991 年発行）の 3460～3464 頁に開示されている。

【0006】CMPによる研磨速度を高める方法として酸化金属溶解剤を添加することが有効とされている。固体砥粒によって削り取られた金属酸化物の粒を研磨液に溶解させてしまうと固体砥粒による削り取りの効果が増すためであるためと解釈できる。酸化金属溶解剤の添加によりCMPによる研磨速度は向上するが、一方、凹部の金属膜表面の酸化層もエッチング（溶解）されて金属膜表面が露出すると、酸化剤によって金属膜表面がさらに酸化され、これが繰り返されると凹部の金属膜のエッチングが進行してしまう。このため研磨後に埋め込まれた金属配線の表面中央部分が皿のように窪む現象（以下ディッシングと記す）が発生し、平坦化効果が損なわれる。これを防ぐためにさらに保護膜形成剤が添加される。酸化金属溶解剤と保護膜形成剤の効果のバランスを取ることが重要であり、凹部の金属膜表面の酸化層はあまりエッチングされず、削り取られた酸化層の粒が効率良く溶解されCMPによる研磨速度が大きいことが望ましい。

【0007】このように酸化金属溶解剤と保護膜形成剤を添加して化学反応の効果を加えることにより、CMP速度（CMPによる研磨速度）が向上すると共に、CMPされる金属層表面の損傷（ダメージ）も低減される効果が得られる。

【0008】しかしながら、従来の固体砥粒を含む金属用研磨液を用いてCMPによる埋め込み配線形成を行う場合には、（１）埋め込まれた金属配線の表面中央部分が等方的に腐食されて皿の様に窪む現象（以下ディッシングと記す）の発生、（２）固体砥粒に由来する研磨傷（スクラッチ）の発生、（３）研磨後の基体表面に残留する固体砥粒を除去するための洗浄プロセスが複雑であること、（４）固体砥粒そのものの原価や廃液処理に起因するコストアップ、等の問題が生じる。また、固体砥粒を含む金属用研磨液や固体砥粒を含まない金属用研磨液は、その大部分が水であるため、それを入れて運搬するための容器、運送及び研磨を行う側での保管、研磨装置のタンク等の容量を大きくしなければならないなどのため、貯蔵、製造のためのスペースが必要であり、また、金属用研磨液の研磨装置への供給自動化の障害となっていた。また、運搬容器のリサイクルに伴う費用の増大などが大きな問題となっている。

【0009】上記問題点は、固体砥粒を多量に含まない金属用研磨液の濃縮液を用いることにより改善ができ、研磨液メーカーの生産コストを低減し、結果として濃縮液を希釈したもののコストも下げることができる。また、濃縮液使用により研磨液生産設備のスケールを上げる必要がなくなるため、新たな設備投資を行わずに量産化に対応できる利点がある。濃縮液使用によって得られる効果を考慮すると10倍以上の濃縮液作製が可能であることが望ましい。

【0010】ディッシングや研磨中の銅合金の腐食を抑

制し、信頼性の高いLSI配線を形成するために、グリシン等のアミノ酢酸又はアミド硫酸からなる酸化金属溶解剤及び保護膜形成剤BTA（ベンゾトリアゾール）を含有する金属用研磨液を用いる方法が提唱されている。この技術は例えば特開平8-83780号公報に記載されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、BTAの水に対する溶解度は低い（2g/20℃水100cc）、一部金属用研磨液においては10倍濃縮ができなかった（例えばBTA0.2重量%を含む金属研磨液の濃縮は5倍まで可能、10倍では室温が10℃以下で析出）。従って、研磨液を10倍以上濃縮可能で、且つ室温が0℃以上の通常環境で濃縮液中のBTAを析出させないような金属用研磨液が望まれていた。本発明は、金属用研磨液の濃縮液を希釈することを特徴とし、信頼性の高い金属膜の埋め込みパターン形成を可能とする金属用研磨液及びそれを用いた研磨方法を提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の金属用研磨液は、（１）金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用することを特徴とする金属用研磨液、（２）水溶液が、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤のうち少なくとも1つ以上の水溶液である上記（１）に記載の金属用研磨液、（３）金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも2つの構成成分に分けて、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用することを特徴とする金属用研磨液、（４）金属の酸化剤を1つの構成成分とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用する上記（３）に記載の金属用研磨液、（５）金属の酸化剤、保護膜形成剤及び界面活性剤を1つの構成成分とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分とし、それらを使用する際に水または水溶液で希釈して使用する上記（３）に記載の金属用研磨液、（６）金属の酸化剤を含む1つの構成成分を40℃以下にし、他の構成成分を室温から100℃の範囲に加温し、且つ金属の酸化剤を含む1つの構成成分と、他の構成成分または水もしくは水溶液を加え希釈して使用する際に、混合した後に40℃以下となるようにした上記（３）ないし

（５）のいずれかに記載の金属用研磨液、（７）界面活性剤が、エステル、エーテル、多糖類、アミノ酸塩、ポリカルボン酸またはその塩、ビニル系ポリマー、スルホン酸またはその塩、アミドのうちいずれか1つ以上である上記（１）ないし上記（６）のいずれかに記載の金属

用研磨液、(8) 平均粒径 $100\mu\text{m}$ 以下の固形の保護膜形成剤を少なくとも 1 つの成分に溶解ないし分散させた上記 (1) ないし (7) のいずれかに記載の金属用研磨液、(9) 金属用研磨液に砥粒を含有させた上記

(1) ないし (8) のいずれかに記載の金属用研磨液である。

【0013】また、本発明の金属用研磨液を用いた研磨方法は、(10) 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨することを特徴とする研磨方法であり、(11) 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも 2 つの構成成分に分けて、それらを使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨することを特徴とする研磨方法であり、(12) 上記 (4) ないし

(9) のいずれかに記載の金属用研磨液を用いて研磨する上記 (11) に記載の研磨方法である。

【0014】本発明の金属用研磨液は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する。保護膜形成剤は金属表面に保護膜を形成するもので、保護膜形成剤としては、アンモニア、アルキルアミン、アミノ酸、イミン、アゾール等の含窒素化合物及びその塩、及びメルカプタンから選ばれた少なくとも一種が好ましい。

【0015】酸化剤としては、過酸化水素、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸及びオゾン水から選ばれた少なくとも一種が好ましい。酸化金属溶解剤としては、有機酸、そのアンモニウム塩及び硫酸から選ばれた少なくとも一種が好ましい。前記した保護膜形成剤の親水性向上を目的に、金属用研磨液に界面活性剤を添加する。界面活性剤としては、エステル、エーテル、多糖類、アミノ酸塩、ポリカルボン酸またはその塩、ビニル系ポリマ、スルホン酸またはその塩、アミドから選ばれた少なくとも一種が好ましい。本発明の研磨方法は、上記の金属用研磨液を用いて好ましくは、銅、銅合金及び銅又は銅合金の酸化物から選ばれた少なくとも 1 種の金属層を含む積層膜からなる金属膜を研磨する工程によって少なくとも金属膜の一部を除去する研磨方法である。

【0016】抑制すべきエッチング速度の値としては $10\text{nm}/\text{min}$ 以下に抑制できれば好ましい平坦化効果が得られることが分かった。CMP 速度の低下が許容できる範囲であればエッチング速度はさらに低い方が望ましく、 $5\text{nm}/\text{min}$ 以下に抑制できれば例えば 50% 程度の過剰 CMP (金属膜を CMP 除去するに必要な時間の 1.5 倍の CMP を行うこと) を行ってもディッシングは問題とならない程度に留まる。さらにエッチング

速度を $1\text{nm}/\text{min}$ 以下に抑制できれば、100% 以上の過剰 CMP を行ってもディッシングは問題とならない。エッチング速度は、金属用研磨液中に被研磨基板

(表面に凹部を有する基体上に金属膜を形成・充填した基板) を浸し、室温 (25°C) で 100rpm で攪拌したときの、金属膜のエッチング速度であり、金属膜厚差を電気抵抗値から換算して求める。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明においては、表面に凹部を有する基体上に銅、銅合金 (銅/クロム等) を含む金属膜を形成・充填する。この基体を本発明による金属用研磨液を用いて CMP すると、基体の凸部の金属膜が選択的に CMP されて、凹部に金属膜が残されて所望の導体パターンが得られる。本発明の金属用研磨液では、実質的に固体砥粒を含まなくとも良く、固体砥粒よりもはるかに機械的に柔らかい研磨パッドとの摩擦によって CMP が進むために研磨傷は劇的に低減される。本発明の金属用研磨液は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を必須成分とする。固体砥粒は実質的に含まなくとも良いが、使用することもできる。

【0018】金属の酸化剤としては、過酸化水素 (H_2O_2)、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸、オゾン水等が挙げられ、その中でも過酸化水素が特に好ましい。基体が集積回路用素子を含むシリコン基板である場合、アルカリ金属、アルカリ土類金属、ハロゲン化物などによる汚染は望ましくないため、不揮発成分を含まない酸化剤が望ましい。但し、オゾン水は組成の時間変化が激しいので過酸化水素が最も適している。但し、適用対象の基体が半導体素子を含まないガラス基板などである場合は不揮発成分を含む酸化剤であっても差し支えない。

【0019】酸化金属溶解剤は、水溶性のものが望ましい。以下の群から選ばれたものの水溶液が適している。ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、2-メチル酪酸、n-ヘキサン酸、3,3-ジメチル酪酸、2-エチル酪酸、4-メチルペンタン酸、n-ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、n-オクタン酸、2-エチルヘキサン酸、安息香酸、グリコール酸、サリチル酸、グリセリン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、マレイン酸、フタル酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸等、及びそれらの有機酸のアンモニウム塩等の塩、硫酸、硝酸、アンモニア、アンモニウム塩類、例えば過硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム等、クロム酸等又はそれらの混合物等が挙げられる。これらの中ではギ酸、マロン酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸が銅、銅合金及び銅又は銅合金の酸化物から選ばれた少なくとも 1 種の金属層を含む積層膜に対して好適である。特に、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸については実用的な CMP 速度を維持しつつ、

エッチング速度を効果的に抑制できるという点で好ましい。

【0020】保護膜形成剤は、以下の群から選ばれたものが好適である。アンモニア；ジメチルアミン、トリメチルアミン、トリエチルアミン、プロピレンジアミン等のアルキルアミンや、エチレンジアミンテトラ酢酸（EDTA）、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム及びキトサン等のアミン；グリシン、L-アラニン、β-アラニン、L-2-アミノ酪酸、L-ノルバリン、L-バリン、L-ロイシン、L-ノルロイシン、L-イソロイシン、L-アロイソロイシン、L-フェニルアラニン、L-プロリン、サルコシン、L-オルニチン、L-リシン、タウリン、L-セリン、L-トレオニン、L-アロトレオニン、L-ホモセリン、L-チロシン、3, 5-ジヨード-L-チロシン、β-(3, 4-ジヒドロキシフェニル)-L-アラニン、L-チロキシン、4-ヒドロキシ-L-プロリン、L-シスチン、L-メチオニン、L-エチオニン、L-ランチオニン、L-シスタチオニン、L-シスチン、L-シスチン酸、L-アスパラギン酸、L-グルタミン酸、S-(カルボキシメチル)-L-シスチン、4-アミノ酪酸、L-アスパラギン、L-グルタミン、アザセリン、L-アルギニン、L-カナバニン、L-シトルリン、δ-ヒドロキシ-L-リシン、クレアチン、L-キヌレニン、L-ヒスチジン、1-メチル-L-ヒスチジン、3-メチル-L-ヒスチジン、エルゴチオネイン、L-トリプトファン、アクチノマイシンC1、アバミン、アンギオテンシンI、アンギオテンシンII及びアンチパイン等のアミノ酸；ジチゾン、クプロイン（2, 2'-ビキノリン）、ネオクプロイン（2, 9-ジメチル-1, 10-フェナントロリン）、バソクプロイン（2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン）及びキュベラゾン（ビスシクロヘキサノンオキサリルヒドラゾン）等のイミン；ベンズイミダゾール-2-チオール、2-[2-(ベンゾチアゾリル)]チオプロピオン酸、2-[2-(ベンゾチアゾリル)]チオブチル酸、2-メルカプトベンゾチアゾール、1, 2, 3-トリアゾール、1, 2, 4-トリアゾール、3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール、ベンゾトリアゾール、1-ヒドロキシベンゾトリアゾール、1-ジヒドロキシプロピルベンゾトリアゾール、2, 3-ジカルボキシプロピルベンゾトリアゾール、4-ヒドロキシベンゾトリアゾール、4-カルボキシル-1H-ベンゾトリアゾール、4-メトキシカルボニル-1H-ベンゾトリアゾール、4-ブトキシカルボニル-1H-ベンゾトリアゾール、4-オクチルオキシカルボニル-1H-ベンゾトリアゾール、5-ヘキシルベンゾトリアゾール、N-(1, 2, 3-ベンゾトリアゾリル-1-メチル)-N-(1, 2, 4-トリアゾリル-1-メチル)-2-エチルヘキシルアミン、トリルトリアゾール、ナフトトリア

ゾール、ビス[(1-ベンゾトリアゾリル)メチル]ホスホン酸等のアゾール；ノニルメルカプタン、ドデシルメルカプタン、トリアジンチオール、トリアジンジチオール、トリアジントリチオール等のメルカプタン；が挙げられる。これらの中でもキトサン、エチレンジアミンテトラ酢酸、L-トリプトファン、キュベラゾン、トリアジンジチオール、ベンゾトリアゾール、4-ヒドロキシベンゾトリアゾール、4-カルボキシル-1H-ベンゾトリアゾールブチルエステル、トリルトリアゾール、ナフトトリアゾールが高いCMP速度と低いエッチング速度を両立する上で好ましい。

【0021】界面活性剤としては、以下の群から選ばれたものが好適である。陰イオン界面活性剤として、カルボン酸塩、スルホン酸塩、硫酸エステル塩、リン酸エステル塩が挙げられ、カルボン酸塩として、石鹸、N-アシルアミノ酸塩、ポリオキシエチレンまたはポリオキシプロピレンアルキルエーテルカルボン酸塩、アシル化ペプチド；スルホン酸塩として、アルキルスルホン酸塩、アルキルベンゼン及びアルキルナフタレンスルホン酸塩、ナフタレンスルホン酸塩、スルホコハク酸塩、α-オレフィンスルホン酸塩、N-アシルスルホン酸塩；硫酸エステル塩として、硫酸化油、アルキル硫酸塩、アルキルエーテル硫酸塩、ポリオキシエチレン又はポリオキシプロピレンアルキルアリルエーテル硫酸塩、アルキルアミド硫酸塩；リン酸エステル塩として、アルキルリン酸塩、ポリオキシエチレン又はポリオキシプロピレンアルキルアリルエーテルリン酸塩が例示される。陽イオン界面活性剤として、脂肪族アミン塩、脂肪族4級アンモニウム塩、塩化ベンザルコニウム塩、塩化ベンゼトニウム、ピリジニウム塩、イミダゾリニウム塩；両性界面活性剤として、カルボキシベタイン型、アミノカルボン酸塩、イミダゾリニウムベタイン、レシチン、アルキルアミンオキサイド；非イオン界面活性剤として、エーテル型、エーテルエステル型、エステル型、含窒素型が挙げられ、エーテル型として、ポリオキシエチレンアルキルおよびアルキルフェニルエーテル、アルキルアリルホルムアルデヒド縮合ポリオキシエチレンエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンブロックポリマー、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンアルキルエーテルが挙げられ、エーテルエステル型として、グリセリンエステルのポリオキシエチレンエーテル、ソルビタンエステルのポリオキシエチレンエーテル、ソルビトールエステルのポリオキシエチレンエーテル、エステル型として、ポリエチレングリコール脂肪酸エステル、グリセリンエステル、ポリグリセリンエステル、ソルビタンエステル、プロピレングリコールエステル、ショ糖エステル、含窒素型として、脂肪酸アルカノールアミド、ポリオキシエチレン脂肪酸アミド、ポリオキシエチレンアルキルアミド等が例示される。また、フッ素系界面活性剤などが挙げられる。さらに、グリセリンエステル、ソル

ビタンエステル、メトキシ酢酸、エトキシ酢酸、3-エトキシプロピオン酸及びアラニンエチルエステル等のエステル；ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリテトラメチレングリコール、ポリエチレングリコールアルキルエーテル、ポリエチレングリコールアルケニルエーテル、アルキルポリエチレングリコールアルキルエーテル、アルキルポリエチレングリコールアルケニルエーテル、アルケニルポリエチレングリコール、アルケニルポリエチレングリコールアルキルエーテル、アルケニルポリエチレングリコールアルケニルエーテル、ポリプロピレングリコールアルキルエーテル、ポリプロピレングリコールアルケニルエーテル、アルキルポリプロピレングリコールアルキルエーテル、アルキルポリプロピレングリコールアルケニルエーテル、アルケニルポリプロピレングリコール、アルケニルポリプロピレングリコールアルキルエーテル及びアルケニルポリプロピレングリコールアルケニルエーテル等のエーテル；アルギン酸、ペクチン酸、カルボキシメチルセルロース、カードラン及びプルラン等の多糖類；グリシンアンモニウム塩及びグリシンナトリウム塩等のアミノ酸塩；ポリアスパラギン酸、ポリグルタミン酸、ポリリシン、ポリリンゴ酸、ポリメタクリル酸、ポリメタクリル酸アンモニウム塩、ポリメタクリル酸ナトリウム塩、ポリアミド酸、ポリマレイン酸、ポリイタコン酸、ポリフマル酸、ポリ（p-スチレンカルボン酸）、ポリアクリル酸、ポリアクリルアミド、アミノポリアクリルアミド、ポリアクリル酸アンモニウム塩、ポリアクリル酸ナトリウム塩、ポリアミド酸、ポリアミド酸アンモニウム塩、ポリアミド酸ナトリウム塩及びポリグリオキシル酸等のポリカルボン酸及びその塩；ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン及びポリアクロレイン等のビニル系ポリマ；メチルタウリン酸アンモニウム塩、メチルタウリン酸ナトリウム塩、硫酸メチルナトリウム塩、硫酸エチルアンモニウム塩、硫酸ブチルアンモニウム塩、ビニルスルホン酸ナトリウム塩、1-アリルスルホン酸ナトリウム塩、2-アリルスルホン酸ナトリウム塩、メトキシメチルスルホン酸ナトリウム塩、エトキシメチルスルホン酸アンモニウム塩、3-エトキシプロピルスルホン酸ナトリウム塩、メトキシメチルスルホン酸ナトリウム塩、エトキシメチルスルホン酸アンモニウム塩、3-エトキシプロピルスルホン酸ナトリウム塩及びスルホコハク酸ナトリウム塩等のスルホン酸及びその塩；プロピオンアミド、アクリルアミド、メチル尿素、ニコチンアミド、コハク酸アミド及びスルファニルアミド等のアミド等が挙げられる。但し、適用する基体が半導体集積回路用シリコン基板などの場合はアルカリ金属、アルカリ土類金属、ハロゲン化物等による汚染は望ましくないため、酸もしくはそのアンモニウム塩が望ましい。基体がガラス基板等である場合はその限りで

はない。その中でもシクロヘキサノール、ポリアクリル酸アンモニウム塩、ポリビニルアルコール、コハク酸アミドがより好ましい。

【0022】本発明を適用する金属膜としては、銅、銅合金及び銅又は銅合金の酸化物（以下銅合金という）から選ばれた少なくとも1種を含む積層膜であると好ましい。

【0023】金属の酸化剤の配合量は、水または水溶液を加え希釈した状態で金属用研磨液を使用する際に、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水の総量100gに対して、0.003mol～0.7molとすることが好ましく、0.03mol～0.5molとすることがより好ましく、0.2mol～0.3molとすることが特に好ましい。この配合量が0.003mol未満では、金属の酸化が不十分でCMP速度が低く、0.7molを超えると、研磨面に荒れが生じる傾向がある。

【0024】本発明における酸化金属溶解剤の配合量は、水または水溶液を加え希釈した状態で金属用研磨液を使用する際に、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水の総量100gに対して0.000001～0.005molとすることが好ましく、0.00005mol～0.0025molとすることがより好ましく、0.0005mol～0.0015molとすることが特に好ましい。この配合量が0.005molを超えると、エッチングの抑制が困難となる傾向がある。

【0025】保護膜形成剤の配合量は、水または水溶液を加え希釈した状態で金属用研磨液を使用する際に、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水の総量100gに対して0.0001mol～0.05molとすることが好ましく0.0003mol～0.005molとすることがより好ましく、0.0005mol～0.0035molとすることが特に好ましい。この配合量が0.0001mol未満では、エッチングの抑制が困難となる傾向があり、0.05molを超えるとCMP速度が低くなってしまう傾向がある。また、濃縮液作製時に使用する保護膜形成剤の内、室温での水に対する溶解度が5%未満のものの配合量は、室温での水に対する溶解度の2倍以内とすることが好ましく、1.5倍以内とすることがより好ましい。この配合量が2倍以上では濃縮品を5℃に冷却した際の析出を防止するのが困難となる。

【0026】界面活性剤の配合量は、水または水溶液を加え希釈した状態で金属用研磨液を使用する際に、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水の総量100gに対して0.01～3gとすることが好ましく0.03～1gとすることがより好ましく0.1～0.8gとすることが特に好ましい。この配合量が0.01g未満では、界面活性剤の添加効果が現れ

ない傾向があり3gを超えるとCMP速度が低下してしまう傾向がある。

【0027】本発明においては、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用するが、水または水溶液を加え希釈した状態で金属用研磨液が、実際に使用する金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有した組成となるように予め濃縮しておく。水で希釈する場合は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を予め高濃度の状態にしておき、実際に研磨する際に水を加え希釈して所望の組成となるようにする。また、水溶液で希釈して使用する場合は、予め金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤のうち少なくとも1つ以上を水溶液とし、水溶液中に含有した成分と希釈される金属用研磨液の成分を合計した成分が、金属用研磨液を使用して研磨する際の成分となるようにする。こうすることにより、溶解しにくい成分を水溶液の形で配合することができ、より金属用研磨液を濃縮することができる。この目的のため、水溶液には、溶解度の低い保護膜形成剤と界面活性剤を含有させることが好ましい。

【0028】本発明では、金属用研磨液として、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも2つの構成成分に分けて、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用する。希釈の方法としては、1つの構成成分に水または水溶液を加え、更に別の構成成分と混合し希釈したり、多数の構成成分に水または水溶液を加え更に残りの構成成分を混合して希釈したり、多数の構成成分に水または水溶液を加えこれらを混合して希釈したり、多数の構成成分を混合し、水または水溶液を加え希釈するなどの多くの方法を採用することができる。具体的には、例えば、金属の酸化剤を1つの構成成分(A)とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分(B)とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え構成成分(A)と構成成分(B)を希釈して使用する。希釈の方法としては、構成成分

(A)と構成成分(B)を混合し、その混合液に水または水溶液を加え希釈する方法、構成成分(A)に水または水溶液を加え希釈し、これを構成成分(B)と混合し希釈する方法、構成成分(B)に水または水溶液を加え希釈し、これを構成成分(A)と混合し希釈する方法、構成成分(A)と構成成分(B)に水または水溶液をそれぞれ加え、希釈した構成成分(A)と構成成分(B)を混合し希釈する方法、ほぼ同時に構成成分(A)、構成成分(B)、水または水溶液を加えて希釈する方法が例示される。溶解度の低い保護膜形成剤を2つの構成成分(A)と(B)に分け、金属の酸化剤、保護膜形成剤及び界面活性剤を1つの構成成分(A)とし、酸化金属

溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分(B)とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え構成成分(A)と構成成分(B)を希釈して使用する。また、前記した2つの構成成分だけでなく金属の酸化剤を1つの構成成分(A)、酸化金属溶解剤を1つの構成成分(B)、保護膜形成剤及び界面活性剤を1つの構成成分(C)とすることもでき、それらを使用する際に水または水溶液を加え希釈して使用することもできる。これらの場合、同じ配合成分を複数の構成成分に分けて使用することもできる。こうすることにより、溶解度の低い保護膜形成剤を界面活性剤で多量に溶解することができるので、高濃度の濃縮した金属用研磨液とすることができる。本発明は、上記の例示のみでなく、金属用研磨液の各成分を分けて濃縮し、それを希釈する方法であれば採用することができる。

【0029】金属用研磨液の金属の酸化剤として好適である過酸化水素は、温度が40℃以上になると分解を始めるようになり、この温度以上で保管したり使用した場合、金属の酸化剤の濃度が変化し、研磨速度に悪影響する恐れがある。一方、溶解度の低いものは、液温を高めると溶解度が高くなるため高濃度の液を作製するうえで好ましい。これらのため、金属の酸化剤を含む1つの成分を40℃以下にし、他の成分を室温から100℃の範囲に加温し、且つ1つの構成成分と他の構成成分または水もしくは水溶液を加え希釈して使用する際に、混合した後に40℃以下となるようにすることが好ましい。溶解度を高くするため温度を上げて溶解した構成成分は、温度が低下すると溶解成分が一部析出するが、再度、温度を上げると溶解するので、使用の際は温度を上げて用いる。

【0030】本発明では、保護膜形成剤が固形である場合、平均粒径100μm以下のものを少なくとも1つの構成成分に溶解ないし分散させるとより好ましい。溶解度の低い保護膜形成剤が、固体の場合、溶解に時間を要するので粉碎して表面積を大きくすることで溶解速度を速めることができる。また、溶解しきれない状態で小さな粒子として分散させていても、他の成分及び水または水溶液と混合し、希釈された場合に、粒子が小さく、表面積が大きいため溶解しやすくなる。このため平均粒径は、50μm以下が好ましく、20μm以下がさらに好ましい。

【0031】本発明では、金属用研磨液のいずれか1つ以上の構成成分に砥粒を含有させることができる。砥粒としては、シリカ、アルミナ、セリア、チタニア、ジルコニア、ゲルマニア、炭化珪素等の無機物砥粒、ポリスチレン、ポリアクリル、ポリ塩化ビニル等の有機物砥粒のいずれでもよいが、研磨液中での分散安定性が良く、CMPにより発生する研磨傷(スクラッチ)の発生数の少ない、平均粒径が100nm以下のコロイダルシリカ、コロイダルアルミナが好ましい。平均粒径は、例え

ば、バリア層の研磨速度がより大きくなり、二酸化シリコンの研磨速度がより小さくなる20nm以下がより好ましい。コロイダルシリカはシリコンアルコキシドの加水分解または珪酸ナトリウムのイオン交換による製造方法が知られており、コロイダルアルミナは硝酸アルミニウムの加水分解による製造方法が知られている。砥粒は、使用する際の金属用研磨液の全重量に対して0.01~10重量%であることが好ましく、0.05~5重量%の範囲であることがより好ましい。0.01重量%以下では、砥粒を含有する効果が見られず、10重量%以上ではCMPによる研磨速度は飽和し、それ以上加えても増加は見られない。

【0032】本発明の金属用研磨液を用いた研磨方法は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨する研磨方法である。研磨する装置としては、被研磨面を有する半導体基板等を保持するホルダーと研磨パッドを貼り付けた（回転数が変更可能なモータ等を取り付けてある）研磨定盤を有する一般的な研磨装置が使用できる。研磨パッドとしては、一般的な不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂などが使用でき、特に制限はない。研磨条件には制限はないが、研磨定盤の回転速度は基板が飛び出さないように200rpm以下の低回転が好ましい。被研磨面（被研磨膜）を有する半導体基板の研磨パッドへの押しつけ圧力が9.8~98.1kPa（100~1000gf/cm²）であることが好ましく、研磨速度のウエハ面内均一性及びパターンの平坦性を満足するためには、9.8~49.0kPa（100~500gf/cm²）であることがより好ましい。研磨している間、研磨パッドには金属用研磨液をポンプ等で連続的に供給する。この供給量に制限はないが、研磨パッドの表面が常に研磨液で覆われていることが好ましい。研磨終了後の半導体基板は、流水中で良く洗浄後、スピンドライヤ等を用いて半導体基板上に付着した水滴を払い落としてから乾燥させることが好ましい。本発明の研磨方法では、希釈する水溶液は、上記した水溶液と同じであり、予め金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤のうち少なくとも1つ以上を水溶液とし、水溶液中に含有した成分と希釈される金属用研磨液の成分を合計した成分が、金属用研磨液を使用して研磨する際の成分となるようにする。水溶液で希釈して使用する場合は、溶解しにくい成分を水溶液の形で配合することができ、より金属用研磨液を濃縮することができる。濃縮された金属用研磨液に水または水溶液を加え希釈する方法としては、濃縮された金属用研磨液を供給する配管と水または水溶液を供給する配管を途中で合流させて混合し、混合し希釈された金属用研磨液を研磨パッドに供給する方法があ

る。混合は、圧力を付した状態で狭い通路を通して液同士を衝突混合する方法、配管中にガラス管などの充填物を詰め液体の流れを分流分離、合流させることを繰り返す方法、配管中に動力で回転する羽根を設ける方法など通常に行われている方法を採用することができる。また、濃縮された金属用研磨液に水または水溶液を加え希釈する方法としては、金属用研磨液を供給する配管と水または水溶液を供給する配管を独立に設け、それぞれから所定量の液を研磨パッドに供給し、研磨パッドと被研磨面の相対運動で混合する方法である。さらに、濃縮された金属用研磨液を水または水溶液を加え希釈する方法としては、1つの容器に、所定量の濃縮された金属用研磨液と水または水溶液を入れ混合してから、研磨パッドにその混合した金属用研磨液を供給する方法がある。

【0033】また、本発明の別の研磨方法は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を含有する金属用研磨液を少なくとも2つの構成成分に分けて、それらを使用する際に、水または水溶液を加え希釈して研磨定盤上の研磨パッドに供給し、被研磨面と接触させて被研磨面と研磨パッドを相対運動させて研磨する方法である。前記したように、例えば、金属の酸化剤を1つの構成成分（A）とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分（B）とし、それらを使用する際に水または水溶液で構成成分（A）と構成成分（B）を希釈して使用する。また、溶解度の低い保護膜形成剤を2つの構成成分（A）と

（B）に分け、金属の酸化剤、保護膜形成剤及び界面活性剤を1つの構成成分（A）とし、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、界面活性剤及び水を1つの構成成分（B）とし、それらを使用する際に水または水溶液を加え構成成分（A）と構成成分（B）を希釈して使用する。この例の場合、構成成分（A）と構成成分（B）と水または水溶液をそれぞれ供給する3つの配管が必要であり、希釈混合は、3つの配管を、研磨パッドに供給する1つの配管に結合し、その配管内で混合する方法があり、この場合、2つの配管を結合してから他の1つの配管を結合することも可能である。例えば、溶解しにくい保護膜形成剤を含む構成成分と他の構成成分を混合し、混合経路を長くして溶解時間を確保してから、さらに水または水溶液の配管を結合する方法である。その他の混合方法は、上記したように直接に3つの配管をそれぞれ研磨パッドに導き、研磨パッドと被研磨面の相対運動により混合する方法、1つの容器に3つの構成成分を混合して、そこから研磨パッドに希釈された金属用研磨液を供給する方法である。上記した研磨方法において、金属の酸化剤を含む1つの構成成分を40℃以下にし、他の構成成分を室温から100℃の範囲に加温し、且つ1つの構成成分と他の構成成分または水もしくは水溶液を加え希釈して使用する際に、混合した後に40℃以下とすることができ、温度が高いと溶解度が高くなるた

め、金属用研磨液の溶解度の低い原料の溶解度を上げるために好ましい方法である。金属の酸化剤を含まない他の成分を室温から100℃の範囲で加温して溶解させた原料は、温度が下がると溶液中に析出するため、温度が低下したその成分を用いる場合は、予め加温して析出したものを溶解させる必要がある。これには、加温し溶解した構成成分液を送液する手段と、析出物を含む液を攪拌しておき、送液し配管を加温して溶解させる手段を採用することができる。加温した成分が金属の酸化剤を含む1つの構成成分の温度を40℃以上に高めると金属の酸化剤が分解してくる恐れがあるので、加温した構成成分とこの加温した構成成分を冷却する金属の酸化剤を含む1つの構成成分で混合した場合、40℃以下となるようにする。

【0034】本発明は、従来の金属用研磨液とは異なり、金属用研磨液の濃縮液を用いることにより金属用研磨液の生産コストを低減したり、運搬するための容器、運送及び研磨を行う側での保管、研磨装置のタンク等の容量を小さくすることができる。この金属用研磨液においては主として保護膜形成剤の水に対する溶解度の向上を目的に、金属用研磨液に界面活性剤を添加し、保護膜形成剤の疎水性基に界面活性剤を吸着させ界面活性剤の親水性基により水との相溶性をまし、溶解性を向上する。これにより、研磨特性に応じたより広範で且つ高濃度の金属用研磨液の濃縮液作製が可能となる。

【0035】

【実施例】以下、実施例により本発明を説明する。本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

（実施例1）保護膜形成剤としてベンゾトリアゾール2重量部に水66重量部を加え、さらに界面活性剤としてポリビニルアルコール0.5重量部を加え、40℃湯浴中攪拌羽根で攪拌し溶解させた。この溶液に、さらに酸化金属溶解剤としてDL-リンゴ酸（試薬特級）1.5重量部を加えて溶かし得られたものを金属用研磨液10倍濃縮液とした。この金属用研磨液10倍濃縮液7重量部に水63重量部を加えて希釈し、これに過酸化水素水（試薬特級、30%水溶液）33.2重量部を加えて実際に金属用研磨液を使用するときの金属用研磨液とした。上記金属用研磨液を用いて、下記研磨条件でCMPした。

《研磨条件》

基体：厚さ1μmの銅膜を形成したシリコン基板

研磨パッド：IC1000（ロデール社製商品名）

研磨圧力：20.6KPa（210g/cm²）

基体と研磨定盤との相対速度：36m/min

《研磨品評価項目》

CMP速度：銅膜のCMP前後での膜厚差を電気抵抗値から換算して求めた。

エッチング速度：25℃、100rpmで攪拌した金属用研磨液への浸漬前後の銅層膜厚差を電気抵抗値から換

算して求めた。

また、実際のCMP特性を評価するため、絶縁層中に深さ0.5μmの溝を形成して公知のスバッタ法によって銅膜を形成して公知の熱処理によって埋め込んだシリコン基板を基体として用いてCMPを行った。CMP後の基体の目視、光学顕微鏡観察、及び電子顕微鏡観察によりエロージョン及び研磨傷発生の有無を確認した。上記の金属用研磨液を用いてCMPした結果、CMP速度が189nm/min、エッチング速度が0.7nm/minといずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無によるCMP速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0036】（実施例2）トリルトリアゾール2重量部に水66重量部を加え、続いてポリアクリル酸アンモニウム塩0.5重量部を加え、40℃湯浴中攪拌羽根で攪拌し溶解させた。さらにDL-酒石酸（試薬特級）1.5重量部を加えて溶かし得られたものを金属用研磨液10倍濃縮液とした。次に、得られた金属用研磨液10倍濃縮液7重量部に水63重量部を加えて希釈し、これに過酸化水素水（試薬特級、30%水溶液）33.2重量部を加えて得られたものを金属用研磨液とした。上記金属用研磨液を用いて、実施例1と同様のCMP条件でCMPを施した。その結果、CMP速度が187nm/min、エッチング速度が0.3nm/minといずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無によるCMP速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0037】（実施例3）ベンゾトリアゾール0.05重量部と硫酸ブチルアンモニウム0.1重量部と過ヨウ素酸カリウム10重量部を水20重量部に加え、40℃湯浴中攪拌羽根で攪拌し溶かして得られたものをA液とした。次に、DL-酒石酸（試薬特級）0.05重量部に水30重量部を加えて溶解し、これにベンゾトリアゾール0.15重量部と硫酸ブチルアンモニウム0.1重量部を加え40℃湯浴中攪拌羽根で攪拌し溶かして得られたものをB液とした。また、DL-酒石酸0.1重量部に水40重量部を加え溶解して水溶液とした。そして、得られたA液とB液と水溶液を重量比3/3/4で混合して得られたものを金属用研磨液とした。上記金属用研磨液を用いて、実施例1と同様のCMP条件でCMPを施した。その結果、CMP速度が126nm/min、エッチング速度が0.4nm/minといずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無によるCMP速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0038】（実施例4）DL-リンゴ酸（試薬特級）0.15重量部に水50重量部を加えて溶解し、45℃に加温して、これにベンゾトリアゾール0.2重量部及びコハク酸アミド0.7重量部を加え溶解させ得られたものをA液とした。この45℃のA液に45℃に加温し

た水 20 重量部を加え希釈して、20℃の過酸化水素水（試薬特級、30%水溶液）33.2 重量部を A 液中に注ぎ込んで 36℃となった液を金属用研磨液とした。上記金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その結果、CMP 速度が 127 nm/min、エッチング速度が 0.3 nm/min といずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0039】（実施例 5）実施例 1 の金属用研磨液作製工程で用いるベンゾトリアゾールの溶解前の処理方法を下記の通り変えた。まずベンゾトリアゾールを乳鉢に入れて乳棒で 5 分間粉砕した。粉砕後のベンゾトリアゾールを光学顕微鏡で観察した結果、平均粒径は 80 μm であった。以下、実施例 1 と同様の方法で金属用研磨液を作製した。ベンゾトリアゾールを粉砕したことにより、ベンゾトリアゾールが完全に溶解するのに要する時間が 15 分から 5 分に低減された。上記金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その結果、CMP 速度が 185 nm/min、エッチング速度が 0.6 nm/min といずれも良好で、且つ濃縮工程の差異による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0040】（実施例 6）実施例 1 の金属用研磨液に平均粒径 100 nm のコロイダルシリカ 1 重量部を加え分散させて得られる金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その結果、CMP 速度が 250 nm/min、エッチング速度が 0.6 nm/min といずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0041】（実施例 7）実施例 1 の金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その際、金属用研磨液は 1 つの容器に入れて定量ポンプを用いて装置内部に供給した。その結果、CMP 速度が 187 nm/min、エッチング速度が 0.7 nm/min といずれも良好で、且つ、濃縮工程の有無による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0042】（実施例 8）実施例 1 の金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その際、金属用研磨液 10 倍濃縮液 7 重量部に水 63 重

量部を加えて希釈したものを 1 番目の容器に入れ、過酸化水素水（試薬特級、30%水溶液）33.2 重量部を 2 番目の容器に入れ、各々の容器から定量ポンプで液を送り 1 番目/2 番目 = 7/3 の供給速度比（体積比）で合流させ、合流させた後の配管内に長さ 3 mm のガラス管を多数充填させ、それを通過させて装置内部の研磨パッドに供給して研磨した。その結果、CMP 速度が 177 nm/min、エッチング速度が 0.5 nm/min といずれも良好で、且つ濃縮工程の有無による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0043】（実施例 9）実施例 3 の金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その際、A 液を一つの容器に、また、B 液に水溶液を加えたものを別の容器に入れ、各々の容器から別々に定量ポンプで液を送り A 液 / (B 液 + 水溶液) = 3/7 の供給速度比（体積比）で合流させ、装置内部の研磨パッドに供給した。その結果、CMP 速度が 124 nm/min、エッチング速度が 0.4 nm/min といずれも良好で、且つ濃縮工程の有無による CMP 速度及びエッチング速度には差が生じなかった。また、エロージョン及び研磨傷の発生も見られなかった。

【0044】（比較例 1）実施例 1 の金属用研磨液で、ポリビニルアルコールの添加量を 0.5 重量部から 5 重量部に増やして 10 倍濃縮液を作製し、これを希釈して金属用研磨液とした。上記金属用研磨液を用いて、実施例 1 と同様の CMP 条件で CMP を施した。その結果、エッチング速度は 0.7 nm/min と実施例 1 と差が生じなかったが、CMP 速度が 114 nm/min と実施例 1 に比べて大きく低下した。

【0045】（比較例 2）実施例 1 の金属用研磨液で、ポリビニルアルコールの添加を省いて 10 倍濃縮液を作製した。しかし、これを 5℃で冷蔵保存したところ、析出分が生じてしまい、金属用研磨液としての評価が困難となった。なお、実施例 1 の濃縮液は、0℃に保存しても析出は生じなかった。

【0046】

【発明の効果】本発明の金属用研磨液及びそれを用いた研磨方法は、金属用研磨液の濃縮を可能とし、金属用研磨液の製造コストを低減し、研磨液貯蔵・運搬容器を使用する個数が減り、また、保管場所が少なくすみ、研磨装置のタンク等の容量を大きくする必要もなく、且つ信頼性の高い金属膜の埋め込みパターンを形成することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 寺崎 裕樹
茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内
(72)発明者 上方 康雄
茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

(72)発明者 小山 直之
茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内
(72)発明者 本間 喜夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 近藤 誠一
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内